Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität
Berlin (Direktor: Prof. Dr. W. Heubner)

Darmarbeit und Kochsalzgehalt des Blutes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Zahnärztlichen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

vorgelegt von

Herbert Thiel
Zahnarzt, aus Altona a. d. Elbe,

Tag der Promotion: 26. 10. 1936

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

524

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Siebeck
Referent: Prof. Dr. W. Heubner.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Darmarbeit und Kochsalzgehalt des Blutes.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535701_0129

I.

Auf Grund klinischer Beobachtungen ist in der Literatur mehrfach berichtet worden, daß intravenös gegebene hypertonische Kochsalzlösungen bei Darmatonien und paralytischem Ileus peristaltikanregend wirken. Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung hypertonischer Salzlösungen sind bereits von Reid 1902; Hughston und Scarff 1924; Dreyer und Tsung 1929; Dreyer 1930; Orr, Johnstone und Haden 1931 und Farbe 1931; Roth 1934 beschrieben worden.

In einer ausführlichen Arbeit berichtet Ruding 1934 über den Einfluß intravenös verabreichter hypertonischer Salzlösungen auf die Bewegungen des Darmes, und im selben Jahr erschien eine Arbeit von Eitel und Loeser über den Einfluß der Chlorverarmung des Organismus auf die Darmtätigkeit. Ruding sieht die Ursache der Wirkung nicht in dem höheren NaCl-Gehalt des Blutes nach der Injektion, sondern in der Hypertonie der Lösungen. Dagegen glauben Eitel und Loeser, „daß für die Wirksamkeit peristaltikanregender Mittel ein bestimmter Chlorgehalt Vorbedingung ist" und daß „die günstige therapeutische Wirkung der hypertonischen Kochsalzlösungen bei Darmparesen nicht durch die Hypertonie der verabreichten Lösungen bedingt ist, wie dies von Ruding angenommen wird, sondern durch den Ausgleich des gerade hier so häufig zu beobachtenden Chlorverlustes".

Alle Autoren verwandten bei ihren Untersuchungen Methoden, bei denen Größenordnung und Art der registrierten Darmbewegungen aus den Kurven nicht ersichtlich ist. Der Vergleich und die Beurteilung der Wirkungsstärke der verschiedenen Injektionen ist also recht schwer. Um Vergleiche der Beobachtungen und der Darmkurven verschiedener Untersucher überhaupt zu ermöglichen, for-

dert Oettel die Eichung der Kurven. Zum quantitativen Erfassen der Darmbewegungen soll jede Darmkurve die Leistung des Darmes in absoluten Werten (Innendruck und Inhalt) angeben. In dieser Arbeit soll mit Hilfe des von Oettel angegebenen Registrierverfahrens untersucht werden, worauf die von den Autoren beschriebene Wirkung der hypertonischen Kochsalzlösungen zurückzuführen ist.

II.

An 61 Katzen und 2 Hunden wurden „akute" Versuche, außerdem an einem Fistelhunde 11 Ergänzungsversuche ausgeführt. In den akuten Versuchen erhielten die Tiere als Narkotikum 50 mg/kg Pernokton intramuskulär und subkutan. Während der Hautschnitte wurde die Narkose durch Aether etwas vertieft. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wurde der Dünndarm etwa 10—20 cm unterhalb des Duodenums freigelegt und abgebunden. Durch einen Schnitt in der Längsrichtung des Darmes wurde ein kleiner Gummiballon an einem Katheter etwa 15—20 cm tief eingeführt und die Schnittstelle wasserdicht verschlossen. Der Darm wurde dann mit der Ballonsonde wieder vorsichtig ohne Knickung in die Bauchhöhle versenkt und die Bauchhöhle mit einigen Nähten verschlossen. Die Ballonsonde war mit einem Wassermanometer verbunden, das durch einen Schwimmer die Registrierung der Darmperistaltik auf einer Trommel mit berußtem Papier ermöglichte. Durch eine 10 ccm Spritze im Nebenschluß konnte Druck und Inhalt des Systems verändert und dadurch eine „Reizfüllung" des Darmes erzielt werden. Da das System auf Druck und Inhalt geeicht und der Gummiballon bei der Einführung leer war, ist aus den Kurven die jeweilige Füllung und der Innendruck des Darmes ablesbar. Die Größe der Darmarbeit kann also direkt in ccm Inhalt („Schlagvolumen") ausgedrückt werden. Wie in den Versuchen von Oettel wurde fraktioniert gereizt, um Ermüdungserscheinungen auszuschalten; der Darm wurde also nur für kurze Zeit unter erhöhten Druck gesetzt, dann wieder entlastet.

Obgleich die freigelegten Darmabschnitte während der Operation feucht und warm gehalten wurden, und der Versuch erst etwa 1 Stunde nach der Operation begann, war in den meisten Fällen der Darm auch dann noch schwer geschädigt, und zeigte keine wesentlichen Bewegungen. Nur in etwa 10 % der Fälle (Tab. 1) war auch nach dieser Ruhezeit eine deutliche Darmbewegung zu registrieren. Die Frequenz der Kontraktionen betrug 11—15/Min., das Schlagvolumen durchschnittlich $^1/_2$ ccm.

Tabelle 1: **Darmarbeit nach Operation.**
(Katzen, Pernokton, akute Darmfistel)

Versuch Nr.	„Schlagvolumen"	Druck in cm H_2O bei Reizfüllung	Beobachtete Dauer
6	$^3/_4$ ccm	29 cm	15 Min.
7	$^1/_2$ ccm	27 cm	28 Min.
21	$^3/_4$ ccm	28 cm	9 Min.
31	$^1/_2$ ccm	28 cm	11 Min.
42	$^1/_2$ ccm	28 cm	25 Min.
43	$^1/_3$ ccm	27—28 cm	25 Min.
56	$^3/_4$ ccm	29 cm	12 Min.
58	$^1/_2$ ccm	25 cm	16 Min.
62	$^1/_3$ ccm	28 cm	20 Min.
71	$^1/_2$ ccm	20 cm	Hund akute Darmfistel

Diese Beobachtung stimmt also mit den Angaben von Oettel überein, daß bei Hunden nach Laparotomie und Narkose nur noch minimale Bewegung des Darmes bestehen bleibe. Wie der Darm der Katze normal arbeitet, ist nicht bekannt, da Versuche an unverletzten, nicht narkotisierten Katzen nicht vorliegen. Beim nicht narkotisierten Hund stellte Oettel eine rhythmische Schöpfarbeit mit einem „Schlagvolumen" von 4—5 ccm fest. Da auch beim Hunde in Narkose fast stets eine völlige Lähmung des Darmes bestand, darf man also für die normale Darmarbeit der Katzen auch ein „Schlagvolumen" von wenigstens 2 ccm annehmen.

Im Verlauf der Versuche wurden etwa 100 Injektionen mit hypertonischen Kochsalzlösungen ausgeführt. Menge und Konzentrationen der injizierten Lösungen zeigt Tab. 2.

Nach der intravenösen Gabe von 5 oder 10 ccm einer 20%igen Kochsalzlösung mit einer durchschnittlichen Injektionsgeschwindigkeit von 20 Sek./1 ccm stieg meist während oder sofort nach der Injektion der Tonus an, und unmittelbar darauf setzte eine regelmäßige Schöpfbewegung

Tabelle 2: **Verteilung der Kochsalzinjektionen.**
(Die Zahlen bedeuten Anzahl der Versuche)

NaCl	20 ccm	10 ccm	5 ccm	2,5 ccm	2 ccm
20 %	1	23	50	1	1
18 %			3		
10 %	2	12	..2		
5 %		4	..1		

des Darmes ein. Das „Schlagvolumen" erreichte in den günstigsten Fällen etwa $2^1/_2$ ccm. Da die Frequenz der Kontraktionen etwa 12—14/Min. blieb, betrug das Minutenvolumen (ausgeworfener Inhalt des 3 cm langen Darmstückes) etwa 30 ccm. Die Darmarbeit und die Tonuserhöhung nach 5 ccm hielt im Mittel 20 Min., längstens 45 Min. an. (Abb. 1). Die Wirkung von 10 ccm 20 %igem NaCl war weit ausgiebiger und hielt vor allem viel länger an als die kleiner Mengen. Die Darmarbeit nach 2 und 2,5 ccm 20 %igem NaCl dauerte nur etwa 5 Min. mit einem Schlagvolumen von knapp 1 ccm. Die Größe und Zeitdauer der Wirkung verschiedener Mengen einer 20%igen Kochsalzlösung ist aus der Abb. 2 ersichtlich, in der das in der Zeiteinheit von einem etwa 3 cm langem Darmstück ausgeworfene Volumen („Schlagvolumen") dargestellt worden ist.

Mehrfach konnte beobachtet werden, daß bei Injektionen 20 %iger Kochsalzlösung nach dem Abklingen der unmittelbar folgenden Reaktion nach ca. 5 Min. erneut eine Arbeitsperiode für einige Minuten einsetzte. Bisweilen folgten bis zu 3 und 4 allmählich schwächere Wiederholungen, die genau die gleiche typische Regelmäßigkeit und Frequenz der Darmkontraktionen aufwiesen. Sehr gut waren diese Wiederholungen vor allem durch intravenöse Injektionen mit 10 ccm 20 %iger NaCl-Lösung zu produzieren; so brachte Versuch Nr. 57 Abb. 7 eine Wiederholung vermehrter Darmtätigkeit von 7 Min. mit einem Schlagvolumen bis 3 ccm.

Beispiel einer Berechnung.

1 ccm der $Ng(NO_3)_2$-Lösung entsprachen z. B. 1,236 mg NaCl (lt. Titerbestimmung).

Zur Titration wurden vorgelegt 5 ccm Filtrat.

Es wurden titriert	2,71 ccm $Hg(NO_3)_2$
In Abzug Leerwert	0,03 ccm $Hg(NO_3)_2$
	2,68 ccm = 3,312 mg NaCl.

Diese 3,312 mg NaCl stammen aus 0,5 ccm Blut, also ergibt sich ein Gehalt von 662,4 mg% NaCl.

Um Exaktheit und Genauigkeit der Methode zu prüfen, wurde vor ihrer Anwendung in den Tierversuchen eine große Anzahl Kontrollbestimmungen von NaCl-Lösungen und Parallelbestimmungen in Blutproben ausgeführt, die höchstens eine Differenz bis zu 2 mg% aufwiesen.

Auch die von Hinsberg beschriebene Mikromethode mit 0,2 ccm Blut wurde auf ihre Eignung in diesen Untersuchungen geprüft. Der Vergleich von Parallelbestimmungen der Mikromethode mit denen der Makromethode zeigte aber große Unterschiede. Bei der Titration verursachten bisweilen 0,01 ccm $Hg(NO_3)_2$ (weniger als ein Tropfen) einen Unterschied von 12 mg% NaCl und mehr.

Auf Grund obiger Feststellungen wurde in den akuten Versuchen nur die Makromethode angewandt, wozu jeweils 2 ccm Blut aus der freigelegten Carotis entnommen wurden. Vor den Kochsalzinjektionen wurden 1—2 Bestimmungen des Chloridgehaltes im Blut durchgeführt. Die Chloridwerte waren bei den verschiedenen Versuchstieren recht verschieden (Tab. 3), standen jedoch in keiner Beziehung zu dem jeweils nach der Operation noch bestehenden Rest von Darmarbeit. Das Mittel der Normalwerte war 544 mg% NaCl im Blut. Etwa 1—2 Minuten nach der Injektion der hypertonischen NaCl-Lösung, auf der Höhe und in verschiedenen Stadien der Darmarbeit und vor allem sofort nachdem der normale Tonus wiedereingetreten war, folgten die weiteren Bestimmungen.

Die durch die Injektion erzielte Darmarbeit stand wiederum in keiner direkten Beziehung zur Größe der erzielten Chloriderhöhung im Blut und stets war der Chloridgehalt im Blut nach hypertonischer NaCl-Lösung viel länger erhöht als die Darmarbeit anhielt. Bei 10 ccm 20 %iger Lösung war der Gehalt nach ca. 1 Stunde noch nicht ganz zur Norm zurückgekehrt, während die vermehrte Darmarbeit in etwa 25 Min. beendet war. Ein Bei-

Tabelle 3: Cl-Normalgehalt des Blutes von Katzen.

Versuch Nr.	Chlorgehalt des Serums auf NaCl	Gewicht d. Tieres
42	541 mg %	3,2 kg
43	566 mg %	2,3 kg
45	561 mg %	3,4 kg
46	556 mg %	2,05 kg
48	576 mg %	3,0 kg
49	571 mg %	2,5 kg
50	518 mg %	2,3 kg
51	544 mg %	2,8 kg
52	552 mg %	2,7 kg
53	492 mg %	3,1 kg
54	555 mg %	2,8 kg
55	571 mg %	4,15 kg
56	509 mg %	2,5 kg
57	576 mg %	3,15 kg
58	439 mg %	2,7 kg
62	571 mg %	3,65 kg
68	533 mg %	4,1 kg
69	538 mg %	3,9 kg
70	576 mg %	3,0 kg
72	536 mg %	3,85 kg
73	561 mg %	3,0 kg
Mittel:	544 mg %	

Bei einer Injektion von 10 ccm einer 20 %igen Kochsalzlösung war zur Vermeidung eines zu rapiden Tonusanstieges und folgenden Spasmus eine vorsichtige, nicht unter 2 Minuten währende Injektionsdauer notwendig. Krämpfe oder Zuckungen des Versuchstieres nach den Injektionen wie sie z. B. Lash und Roller bei Kaninchen nach den Injektionen hypertonischer Lösungen beobachteten, und durch rechtzeitige Ca-Gaben aufheben konnten, traten nicht auf, da die hypertonischen Lösungen in Ringer verabfolgt wurden. Nach sehr großen Gaben von NaCl (es wurde einmal während eines Versuches 9 gr NaCl infundiert) war allerdings eine sichtbare Schädigung des Tieres (Erbrechen) und ein stark erschwertes Ansprechen des Darmes auf eine erneute NaCl-Injektion hin festzustellen.

spiel eines Versuches mit NaCl-Bestimmungen und Darmschreibung nach 20 %iger NaCl-Lösung sei im folgenden angegeben (s. auch Abb. 5):

Versuch Nr. 42. Katze 3,2 kg.
Pernokton 1,6 ccm i. m. + subk.
Operation u. Aether. Ende 10^{40} Uhr.

10^{30} Darm arbeitet unregelmäßig, erholt sich aber mehr und mehr.
11^{44} 1 NaCl-Bestimmung (Carotis) = 541 mg %.
11^{57} NaCl 20 % 5 ccm i. V. — Allmählicher Tonusanstieg, stärker werdende regelmäßige Darmarbeit setzt ein.
11^{59} 2. NaCl-Bestimmung = 722 mg %
12^{01} 3. NaCl-Bestimmung = 714 mg %. — Regelmäßige noch stärkere Darmtätigkeit.
12^{15} 4. NaCl-Bestimmung = 690 mg %. — Reaktion etwas schwächer, hält aber noch an.
12^{29} Reaktion nach Injektion 20 %iger NaCl-Lösung. Die Kurven zeigen das in der Zeiteinheit von einem 3 cm langen Darmstück ausgeworfene Volumen (Schleudervolumen"). Der durch die Reizfüllung verursachte Innendruck betrug ca. 27—28 cm H_2O.
12^{50} 5. NaCl-Bestimmung = 672 mg %.
6. NaCl-Bestimmung = 580 mg %.
13^{00} Ende der Beobachtung.

Abb. 5. Katzen, Pernokton, akute Darmfistel.

[illegible]

(Abb. 3). In einigen Fällen war die Darmarbeit nicht ganz so regelmäßig wie nach 20 %iger NaCl-Lösung.

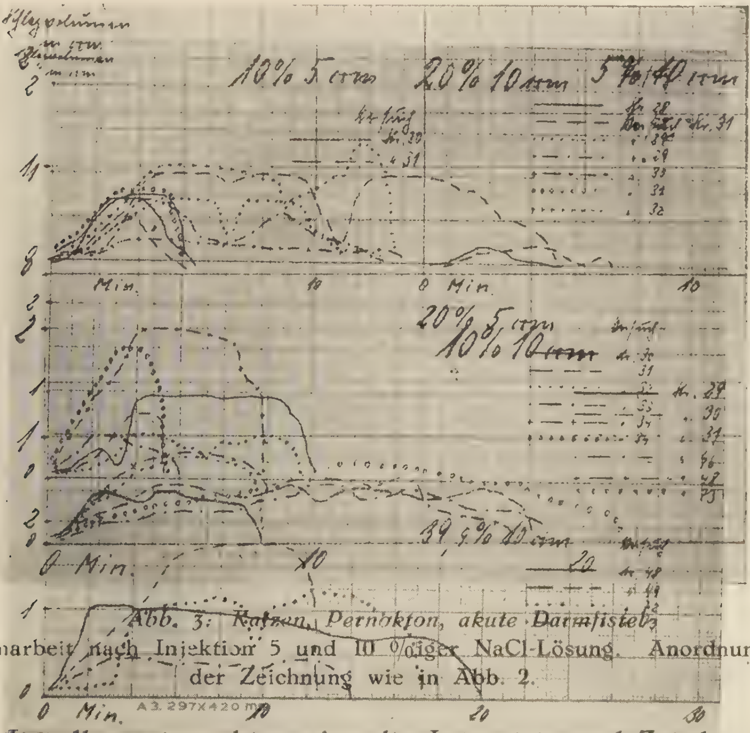


Abb. 3: Katzen, Pernokton, akute Darmfistel. Darmarbeit nach Injektion 5 und 10 %iger NaCl-Lösung. Anordnung der Zeichnung wie in Abb. 2.

Abb. 4. Katzen, Pernokton, akute Darmfistel. Darmarbeit nach Injektion von 20 %iger und 39,9 %iger Na_2SO_4-Lösung. Anordnung der Zeichnung wie in Abb. 2.

Im allgemeinen hing also die Intensität und Zeitdauer der Darmreaktion sowohl von der Größe der injizierten NaCl-Menge als auch von der Konzentration der NaCl-Lösung ab.

Da von Hughston und Scarff sowie von Ruding auch mit 25 %iger Glukoselösung eine vermehrte Darmarbeit angeregt wurde, wurden einige Versuche mit hypertonischer Traubenzuckerlösung angestellt. Bei 12 Versu-

chen mit Injektionen einer 25 %igen Traubenzuckerlösung (10 und 15 ccm) war aber in keinem Falle eine verbesserte Darmarbeit oder auch nur eine Tonuserhöhung zu beobachten, was bei dem geringeren osmotischen Druck einer 25 %igen Glukoselösung gegenüber den gleichstarken Natriumsalzlösungen nicht überraschen kann.

Aus diesen Versuchen kann man also schließen, daß die Anwesenheit von NaCl für die darmanregende Wirkung hypertonischer Lösungen nicht notwendig ist; vielmehr scheint die Konzentration an Elektrolyten ausschlaggebend zu sein.

IV.

Daß der NaCl-Gehalt des Blutes für die Darmarbeit nicht maßgebend ist, konnte durch Chlorid-Bestimmungen im Blut in 26 Versuchen gezeigt werden. Diese Bestimmungen wurden nach der Methode von Geyer und Rotsch durchgeführt, die Hinsberg für Chloridbestimmungen im Blut abgeändert hat (Medizinisch-Chemische Bestimmungsmethoden):

2 ccm Blut werden in ein 20 ccm Meßkölbchen mit etwa 10 ccm Aq. dest. zum Hämolysieren gegeben. Dazu setzt man zur Fällung des Eiweißes je 2 ccm einer 10 %igen Na-Wolframatlösung und 3 %iger Schwefelsäure und füllt bis 20 ccm mit Aq. dest. auf. (In der Ausführungsbeschreibung von Hinsberg fehlt versehentlich die Angabe daß nach Zufügen der Reagenzien im Meßkölbchen bis 20 ccm aufzufüllen ist!) Von dem absolut wasserklaren Filtrat nimmt man 5 ccm, fügt 3 Tropfen einer frisch angesetzten 5 %igen Nitroprussidnatriumlösung hinzu und titriert aus einer Mikrobürette mit einer Merkurinitratlösung (3,09 grad 1000 unter Zusatz von HNO_3). Die Titration ist beendet, wenn eine opalisierende Trübung eintritt, die am leichtesten bei seitlicher Beleuchtung und schwarzem Hintergrund erkennbar ist.

Diese Trübung durch $Hg(NO_3)_2$ und Nitroprussidnatriumlösung in saurer Lösung entsteht nicht bei Gegenwart von Chlorid, da sich aus $Hg(NO_3)_2$ und NaCl das nicht dissoziierte $HgCl_2$ bildet. Die Trübung tritt also erst ein, wenn überschüssiges Quecksilbernitrat vorhanden ist. Eine genaue Titerbestimmung wird gegen eine n 100 NaCl-Lösung (Schering) ausgeführt. In Abzug zu bringen ist vom Verbrauch an $Hg(NO_3)_2$ ein Leerwert, den man aus 5 ccm der ebenso behandelten Reagenzien erhält.

Bei den Versuchen mit 10 %iger NaCl-Lösung war die Reaktion des Darmes geringer (Abb. 3). Die Schöpfarbeit hielt nach 10 ccm 8–18 Min., nach 5 ccm 10 %iger Kochsalzlösung nur 5 Min. lang an. Sehr kurze Wiederholungen der Darmarbeit traten nach 10 ccm 10 %iger NaCl-Lösung nur in 2 Fällen auf. 5 %ige Kochsalzlösung (5 und 10 ccm) hatten nur noch eine sehr unsichere Wirkung (Abb. 3).

Abb. 3: Katzen, Pernokton, akute Darmfistel
Darmarbeit nach Injektion 5 und 10 %iger NaCl-Lösung. Anordnung der Zeichnung wie in Abb. 2.

Im allgemeinen hing also die Intensität und Zeitdauer der Darmreaktion sowohl von der Größe der injizierten NaCl-Menge als auch von der Konzentration der NaCl-Lösung ab.

chen mit Injektionen einer 25 %igen Traubenzuckerlösung (10 und 15 ccm), war aber in keinem Falle eine verbesserte Darmarbeit oder auch nur eine Tonuserhöhung zu beobachten, was bei dem geringeren osmotischen Druck einer 25 %igen Glukoselösung gegenüber den gleichstarken Natriumsalzlösungen nicht überraschen kann.

Aus diesen Versuchen kann man also schließen, daß die Anwesenheit von NaCl für die darmanregende Wirkung hypertonischer Lösungen nicht notwendig ist, vielmehr scheint die Konzentration an Elektrolyten ausschlaggebend zu sein.

IV.

Daß der NaCl-Gehalt des Blutes für die Darmarbeit nicht maßgebend ist, konnte durch Chlorid-Bestimmungen im Blut bewiesen werden. Diese Bestimmungen wurden nach der Methode von [illegible] durchgeführt, die [illegible] für Chloridbestimmungen im Blut abgeändert hat (in Mikro-Chemische Bestimmungsmethoden).

2 ccm Blut werden in ein 20 ccm-Meßkölbchen mit etwa 10 ccm Aq. dest. zum Hämolysieren gegeben. Dazu setzt man zur Fällung des Eiweißes je 2 ccm einer 10 %igen Na-Wolframatlösung und 2/3 n-Schwefelsäure, füllt bis 20 ccm mit Aq. dest. auf. (In der Ausführungsbeschreibung von Hinsberg fehlt versehentlich die Angabe, daß nach Zufügen der Reagenzien im Meßkölbchen bis 20 ccm aufzufüllen ist!) Von dem absolut wasserklaren Filtrat nimmt man 5 ccm, fügt 1 Tropfen einer 5 %igen Nitroprussidnatriumlösung hinzu und titriert aus einer Mikrobürette mit einer Merkurinitratlösung (3,00 g ad 1000 unter Zusatz von HNO_3). Die Titration ist beendet, wenn eine opalisierende Trübung eintritt, die am leichtesten bei seitlicher Beleuchtung und schwarzem Hintergrund erkennbar ist.

Diese Trübung durch $Hg(NO_3)_2$ und Nitroprussidnatriumlösung in saurer Lösung entsteht nicht bei Gegenwart von Chlorionen, da sich aus $Hg(NO_3)_2$ und NaCl das nicht dissoziierende $HgCl_2$ bildet. Die Trübung tritt also erst ein, wenn überschüssiges Quecksilbernitrat vorhanden ist. Eine genaue Titerbestimmung wird gegen eine n/100 NaCl-Lösung (Schering) ausgeführt. In Abzug zu bringen ist vom Verbrauch an $Hg(NO_3)_2$ ein Leerwert, den man aus 5 ccm der ebenso behandelten Reagenzien erhält.

Wenn ein höherer NaCl-Gehalt im Körper die Ursache der vermehrten Darmtätigkeit wäre, müßten Infusionen, durch die im Blut ein erhöhter Kochsalzgehalt längere Zeit konstant gehalten werden kann, eine länger dauernde Arbeit des Darmes ergeben. Deshalb wurden Infusionen mit 5 %igen und 10 %igen NaCl-Lösungen ausgeführt. Bei Variation der Einflußgeschwindigkeit auch innerhalb eines Versuches zeigte es sich aber, daß eine deutliche Arbeit nur bei großer Infusionsgeschwindigkeit zu erzielen war. Während 10 ccm einer 10 %igen NaCl-Lösung bei länger als 10 Min. dauernder Infusion keine Wirkung hatten, bewirkte eine darauffolgende Injektion von 10 ccm 10 %igem NaCl (in ca. 3 Min.) eine prompte Darmarbeit. 30 ccm einer 5 %igen Lösung in 27 Min. infundiert, ergab keine Reaktion, während die Infusion von 5 ccm 5 %igem NaCl in 1/2 Minute eine deutliche Wirkung zeigte.

Bei langsamer Infusion konnten so bis zu 60 ccm der 10 %igen und 90 ccm der 5 %igen Kochsalzlösung verabreicht werden, ohne eine deutliche Darmtätigkeit zu erzielen. Diese Befunde sprechen also dafür, daß für eine gute Darmarbeit weniger die absolute Menge des NaCl, als vielmehr die plötzliche NaCl-Konzentrationsänderung maßgebend ist.

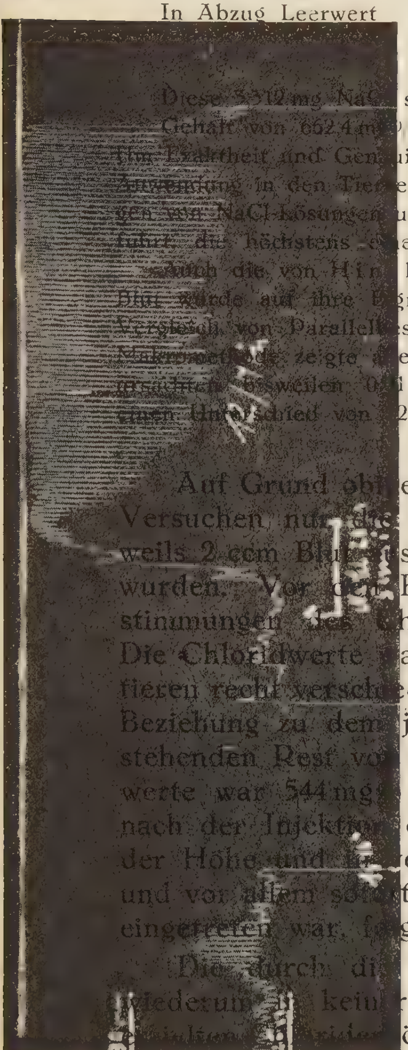
Rudolf hat bereits angenommen, daß die Wirkung nicht von der Anwesenheit des NaCl in den injizierten Lösungen abhängt, da bei Injektion anderer hypertonischer Lösungen in entsprechenden molaren Konzentrationen ebenfalls eine vermehrte Darmarbeit beobachtet wurde. Auch in meinen 17 Versuchen wurde durch hypertonische Natriumsulfatlösung in allen Fällen der Darm angeregt. Nach 5 und 10 ccm 20 %iger Lösung stieg der Tonus meist schon während der Injektion an, und die erzielte Darmtätigkeit hielt ca. 15 Min. an. Durch Injektion von 10 ccm einer 39,9 %igen Na_2SO_4-Lösung, die einer 20 %igen NaCl-

Beispiel einer Berechnung.

1 ccm der $Hg(NO_3)_2$-Lösung entsprachen z. B. 1,236 mg NaCl (lt. Titerbestimmung).

Zur Titration wurden vorgelegt 5 ccm Filtrat.

Es wurden titriert	2,71 ccm $Hg(NO_3)_2$
In Abzug Leerwert	0,03 ccm $Hg(NO_3)_2$
	2,68 ccm = 3,312 mg NaCl.



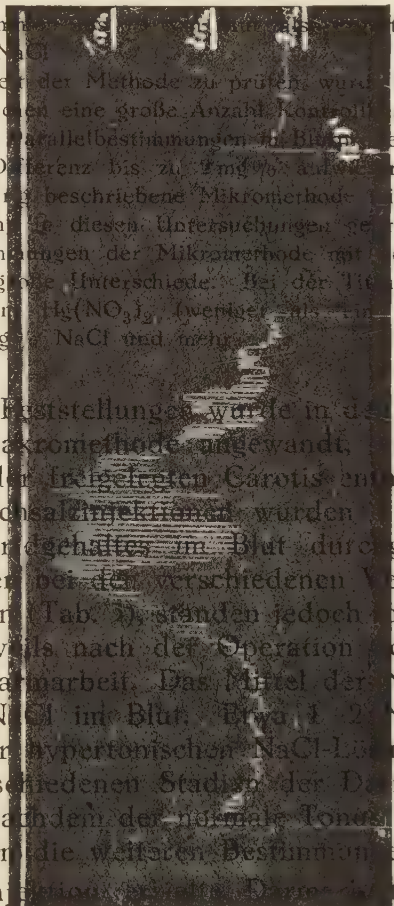


Abb. 1: *Katze, Pernokton, akute Darmfistel.* Ausgeprägte Schöpfarbeit des Darmes, unter Tonussteigerung nach Injektion von 5 ccm 20 %iger NaCl-Lösung. Methode: Fraktionierte Reizung durch Druckfüllung. Eichung links: Innendruck in cm Wasser. Eichung rechts: Darmfüllung in ccm. Obere Eichlinie: Darmkontraktionsstellung bei Reizfüllung.

Diese 3,312 mg NaCl stammen aus 0,5 ccm Blut, also ergibt sich ein Gehalt von 662,4 mg % NaCl.

Um Exaktheit und Genauigkeit der Methode zu prüfen, wurde vor ihrer Anwendung in den Tierversuchen eine große Anzahl Kontrollbestimmungen von NaCl-Lösungen und Parallelbestimmungen in Blutproben ausgeführt, die höchstens eine Differenz bis zu 2 mg % aufwiesen.

Auch die von Hinberg beschriebene Mikromethode mit 0,2 ccm Blut wurde auf ihre Eignung für diese Untersuchungen geprüft. Der Vergleich von Parallelbestimmungen der Mikromethode mit denen der Makromethode zeigte aber große Unterschiede. Bei der Titration verursachten bisweilen 0,01 ccm $Hg(NO_3)_2$ (weniger als ein Tropfen) einen Unterschied von 22 mg % NaCl und mehr.

Auf Grund obiger Feststellungen wurde in den akuten Versuchen nur die Makromethode angewandt, wozu jeweils 2 ccm Blut aus der freigelegten Carotis entnommen wurden. Vor den Kochsalzinjektionen wurden 1—2 Bestimmungen des Chloridgehaltes im Blut durchgeführt. Die Chloridwerte waren bei den verschiedenen Versuchstieren recht verschieden (Tab. 2), standen jedoch in keiner Beziehung zu dem jeweils nach der Operation noch bestehenden Rest von Darmarbeit. Das Mittel der Normalwerte war 544 mg % NaCl im Blut. Etwa 1—2 Minuten nach der Injektion der hypertonischen NaCl-Lösung, auf der Höhe und in verschiedenen Stadien der Darmarbeit und vor allem sofort nachdem der normale Tonus wieder eingetreten war, folgten die weiteren Bestimmungen.

Die durch die Injektion erzielte Darmarbeit stand wiederum in keiner direkten Beziehung zur Größe der erzielten Chloriderhöhung im Blut und stets war der Chloridgehalt im Blut nach hypertonischer NaCl-Lösung viel länger erhöht als die Darmarbeit anhielt. Bei 10 ccm 20 %iger Lösung war der Gehalt nach ca. 1 Stunde noch nicht ganz zur Norm zurückgekehrt, während die vermehrte Darmarbeit in etwa 25 Min. beendet war. Ein Bei-

Bei einer Injektion von 10 ccm einer 20 %igen Kochsalzlösung war zur Vermeidung eines zu rapiden Tonusanstieges und folgenden Spasmus eine vorsichtige, nicht unter 2 Minuten währende Injektionsdauer notwendig. Krämpfe oder Zuckungen des Versuchstieres nach den Injektionen wie sie z. B. Lash und Roller bei Kaninchen nach den Injektionen hypertonischer Lösungen beobachteten und durch rechtzeitige Ca-Gaben aufheben konnten, traten nicht auf, da die hypertonischen Lösungen in Ringer verabfolgt wurden. Nach sehr großen Gaben von NaCl (es wurde einmal während eines Versuches 9 gr NaCl infundiert) war allerdings eine sichtbare Schädigung des Tieres (Erbrechen) und ein stark erschwertes Ansprechen des Darmes auf eine erneute NaCl-Injektion hin festzustellen.

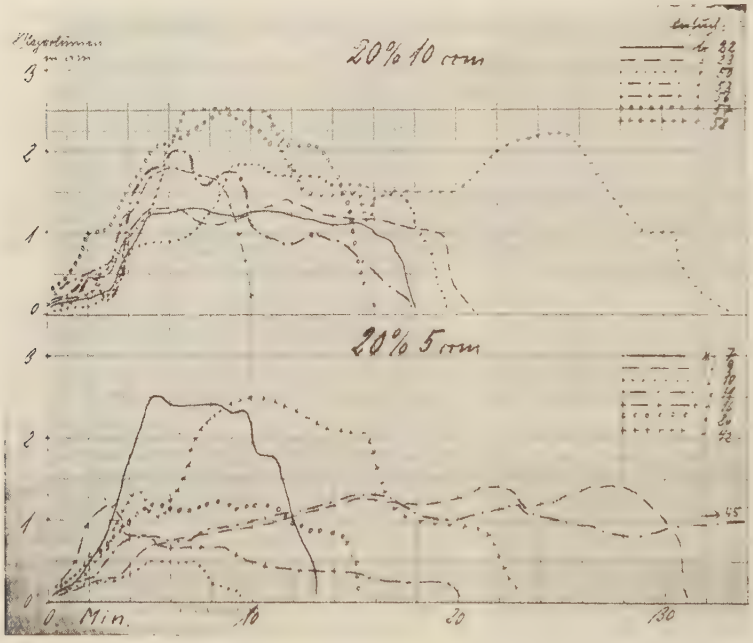


Abb. 2: Katzen, Pernokton, akute Darmfistel.
Darmarbeit nach Injektion 20%iger NaCl-Lösung. Die Kurven zeigen das in der Zeiteinheit von einem 3 cm langen Darmstück ausgeworfene Volumen („Schlagvolumen"). Der durch die Reizfüllung verursachte Innendruck betrug ca. 27—28 cm H_2O.

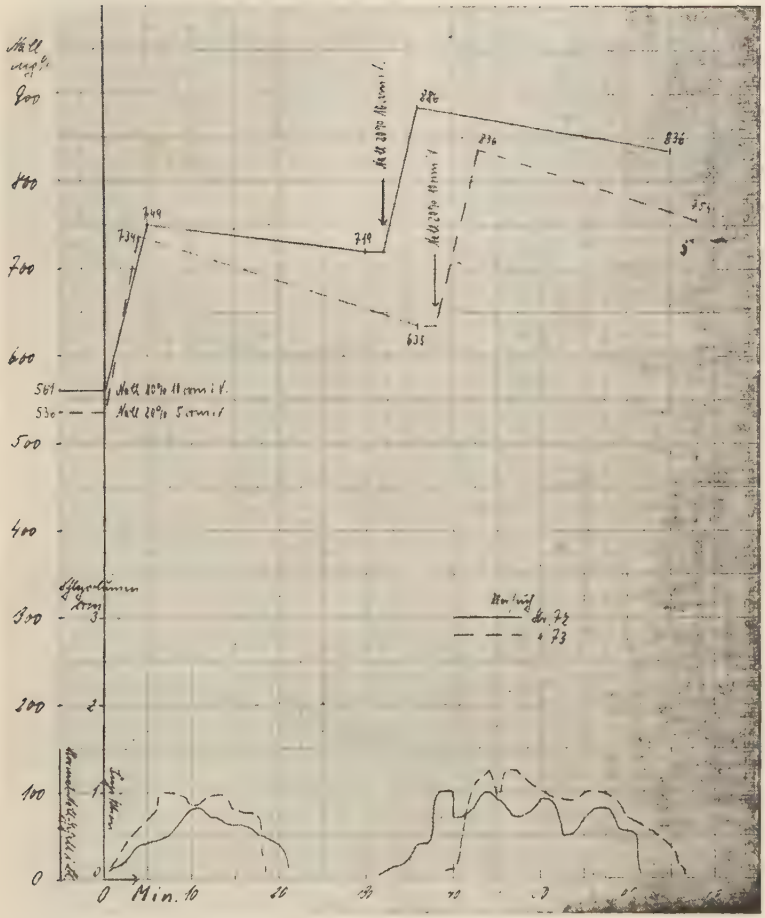


Abb. 9: Katzen, Pernokton, akute Darmfistel.
Darmarbeit und NaCl-Gehalt des Blutes nach Durchschneidung der Nn. vagi und Injektion von 10 und 20 %iger NaCl-Lösung.

Die Angriffsstelle der hypertonischen NaCl-Lösungen scheint also nach diesen Versuchen nur zum Teil in den peripheren Vagusendigungen, zum anderen Teil in der Darmmuskulatur selbst zu liegen. Eine Erklärung, wie die Kochsalzwirkung zustande kommt, ist nicht genau möglich. Vielleicht tritt durch die plötzliche osmotische Störung eine Zerstörung von Zellmembranen oder eine erhöhte Durchlässigkeit der Membranen ein, so daß die normalen Reizstoffe der Darmarbeit (Azetylcholin?) wirksam werden können.

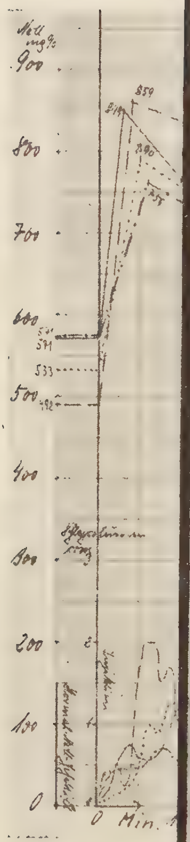


Abb. [illegible] *Katze: Pernokton; akute Darmfistel.*
Darmarbeit und NaCl-Gehalt des Blutes nach Injektion von 10 ccm 20 %iger NaCl-Lösung.

einiger solcher Versuche zeigt Abb. 7. Auffallenderweise stieg einige Male im Verlauf der Beobachtungen meist gegen Ende einer solchen Arbeitswelle der NaCl-Gehalt des Blutes leicht an. Das Ansteigen war jedoch nur bei Arbeitsperioden zu beobachten, die sehr bald nach der ersten Reaktion eintraten (Nr. 59, 56, 57, 62 Abb. 7). Vielleicht ist diese Erscheinung mit einem erneuten Auswerfen von zunächst in Geweben gespeicherten NaCl-Mengen zu erklären. Wie wenig aber die Darmarbeit vom absoluten NaCl-Gehalt im Blut überhaupt abhängt, zeigen besonders einige Versuche, in denen 10 %ige NaCl-Lösung infundiert

Lösung kaum noch an, obgleich selbstverständlich die Chloridbestimmungen danach wieder ein Ansteigen der Cl-Kurve im Blut ergaben. Daß nach Injektion einer hypertonischen Na_2SO_4-Lösung bei zwar kräftiger Darmarbeit aber natürlich keine Erhöhung des Cl-Gehaltes im Blut beobachtet werden konnte, ist selbstverständlich. Diese Versuche sprechen also durchaus dafür, daß die Darmarbeit nicht parallel mit dem NaCl-Gehalt des Blutes geht. Die Ursache für die Darmanregung nach hypertonischen Lösungen ist also zweifellos die plötzliche Störung der Isotonie.

V.

Um zu prüfen, ob beim nicht narkotisierten Tier die Darmarbeit mit dem NaCl-Gehalt des Blutes im Zusammenhang steht, wurden ergänzend 11 Versuche mit einem Fistelhunde ausgeführt. Nach Beobachtung und Registrierung der normalen Darmarbeit wurden mehrere Male NaCl-Lösungen enteral in den untersuchten Darmteil gegeben (4mal 10 ccm 0,9 %ige, 2mal 10 ccm 5 %ige, 2mal 10 ccm 10 %ige und 20 ccm 10 %ige NaCl-Lösung). Obwohl durch die enteralen Gaben eine Erhöhung der NaCl-Konzentration im Darm selbst, aber auch im Blut eintreten mußte, reagierte der Darm in keinem Falle auf die NaCl-Gabe. Versuchsreihen mit intravenösen Injektionen bei dem Fistelhunde sind an der gesteigerten Unruhe und Widersetzlichkeit des Tieres gescheitert, da ohne Narkose gearbeitet wurde. Auch von Blutentnahmen an dem nicht narkotisierten Hund mußte abgesehen werden, da nach einigen Versuchen eine ausreichende und rechtzeitige Entnahme für die Makromethode undurchführbar war. Es gelang zweimal 20 ccm 10 %iger NaCl-Lösung intravenös zu injizieren. Im ersten Falle schien erst nach 20 Min. und im zweiten erst nach 10 Minuten eine verbesserte Darmarbeit einzusetzen. Daß diese Aenderung der Darmarbeit durch die NaCl-Injektionen bedingt war, ist nicht wahrscheinlich, da der Chloridgehalt des Blutes selbstverständlich unmittelbar nach einer intravenösen Injektion am größten war. Wahrscheinlich waren die verabreichten

Dosen im Verhältnis zu den in den Katzenversuchen verabfolgten Kochsalzmengen zu klein, als daß eine deutliche Reaktion darauf eintreten konnte (Gewicht des Hundes etwa 25 kg!).

VI.

Betreffs der Angriffsstelle der hypertonischen Lösungen ist schon von Ruding festgestellt worden, daß auch nach Dezerebrierung und Vagotomie die NaCl-Injektionen gleiche Wirkung hatten. Auch in meinen Versuchen hatte die Durchtrennung der Nn. vagi keinen Einfluß auf die Versuchsergebnisse. Die Wirkung von 10 und 20 %iger Kochsalzlösung und den Chloridgehalt des Blutes am vagotomierten Tier zeigen Versuche Nr. 72 u. 73 Abb. 9. Aus diesen Versuchen ist wieder deutlich sichtbar, daß nicht der absolute Natriumchlorid-Gehalt des Blutes, sondern die plötzliche Aenderung des Blutkochsalzgehaltes für die Darmarbeit verantwortlich ist. Da auch 10 ccm 39,9 %iger Na_2SO_4-Lösung i. V. die gleiche Darmwirkung wie in den früheren Versuchen verursachten, schließen die Versuche also eine zentrale Vagusreizung durch die hypertonische Lösung aus.

Um zu untersuchen, ob die anregende Wirkung durch eine periphere Vagusreizung zu erklären sei, wurde in einigen Versuchen durch Atropin der Vagus peripher ausgeschaltet. Zur Kontrolle der Arbeitsfähigkeit des Darmes wurde jedesmal anfangs durch ein Darmtonikum eine Arbeitswelle ausgelöst. Die Darmtätigkeit wurde dann in verschiedenen Versuchen durch Atrop. sulf. aufgehoben. An dem durch 0,1 mg Atropin gelähmten Darm war das Parasympathikusreizmittel „Doryl" (Carbaminoylcholinchlorid) bis 0,2 mg bereits wirkungslos, während 5 ccm einer 20 %igen Kochsalzlösung den gelähmten Darm wieder zur Arbeit anregten.

Durch Kochsalz konnte in anderen Versuchen die Wirkung von 0,4 mg Atrop.-sulf. durchbrochen werden. Erst eine Lähmung nach 0,5 mg Atropin war auch durch 20 ccm 20 %iger NaCl-Lösung nicht mehr aufzuheben. (Die NaCl-Injektionen erfolgten im Durchschnitt etwa 40 Min. nach Injektion des Atropins).

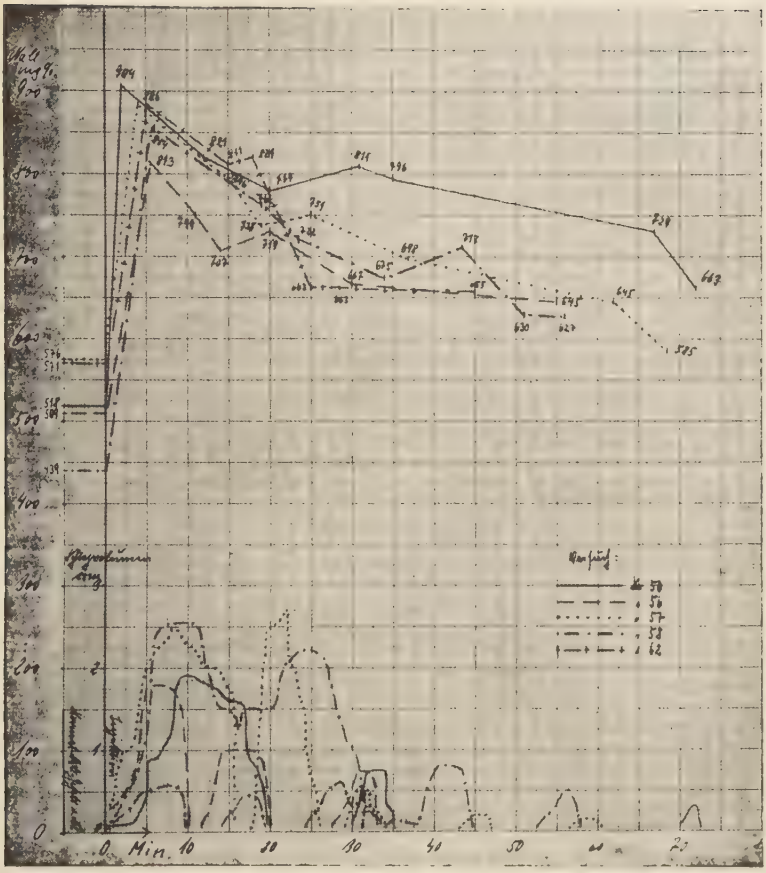


Abb. 7. Katzen, Perrokton, akute Darmfistel.
Wiederholungen der Darmarbeit und NaCl-Gehalt des Blutes nach Injektion von 10 ccm 20 %iger NaCl-Lösung.

wurde. Trotz steigenden NaCl-Gehaltes bei langsamer Infusion konnte der Darm nicht zur Arbeit angeregt werden. Eine Infusion einer 10 %igen Kochsalzlösung (10 ccm in 15 Min.) steigerte den Gehalt bis 974 mg%, eine andere (10 ccm in 10 Min.) bis 1043 mg % NaCl ohne eine regelmäßige Arbeit des Darmes hervorzurufen. Erst durch eine schnellere Infusion (10 ccm in 5 Min.) wurde eine deutliche Darmarbeit (ca. 30 Min.) bewirkt (Vers. 68, Abb. 8). Jedoch nahm mit dem Anstieg des NaCl-Gehaltes im Blut nicht auch die Arbeit zu, sondern bei Schluß der

Dosen im Verhältnis zu den in den Katzenversuchen verabfolgten Kochsalzmengen zu klein, als daß eine deutliche Reaktion darauf eintreten konnte (Gewicht des Hundes etwa 25 kg!).

VI.

Betreffs der Angriffsstelle der hypertonischen Lösungen ist schon von Ruding festgestellt worden, daß auch nach Dezerebrierung und Vagotomie die NaCl-Injektionen gleiche Wirkung hatten. Auch in meinen Versuchen hatte die Durchtrennung der Nn. vagi keinen Einfluß auf die Versuchsergebnisse. Die Wirkung von 10 und 20 %iger Kochsalzlösung und den Chloridgehalt des Blutes am vagotomierten Tier zeigen Versuche Nr. 72 u. 73 Abb. 9. Aus diesen Versuchen ist wieder deutlich sichtbar, daß nicht der absolute Natriumchlorid-Gehalt des Blutes, sondern die plötzliche Aenderung des Blutkochsalzgehaltes für die Darmarbeit verantwortlich ist. Da auch 10 ccm 39,9 %iger Na_2SO_4-Lösung i. V. die gleiche Darmwirkung wie in den früheren Versuchen verursachten, schließen die Versuche also eine zentrale Vagusreizung durch die hypertonische Lösung aus.

Um zu untersuchen, ob die anregende Wirkung durch eine periphere Vagusreizung zu erklären sei, wurde in einigen Versuchen durch Atropin der Vagus peripher ausgeschaltet. Zur Kontrolle der Arbeitsfähigkeit des Darmes wurde jedesmal anfangs durch ein Darmtonikum eine Arbeitswelle ausgelöst. Die Darmtätigkeit wurde dann in verschiedenen Versuchen durch Atrop. sulf. aufgehoben. An dem durch 0,1 mg Atropin gelähmten Darm war das Parasympathikusreizmittel „Doryl" (Carbaminoylcholin-chlorid) bis 0,2 mg bereits wirkungslos, während 5 ccm einer 20 %igen Kochsalzlösung den gelähmten Darm wieder zur Arbeit anregten.

Durch Kochsalzlösungen konnte in anderen Versuchen die Wirkung von 0,4 mg Atropin sulf. durchbrochen werden. Erst eine Lähmung nach 0,5 mg Atropin war auch durch 20 ccm 20 %iger NaCl-Lösung nicht mehr aufzuheben. (Die NaCl-Injektionen erfolgten im Durchschnitt etwa 10 Min. nach Injektion des Atropins: 5 ccm 20 %iger oder 10 ccm 10 %iger NaCl-

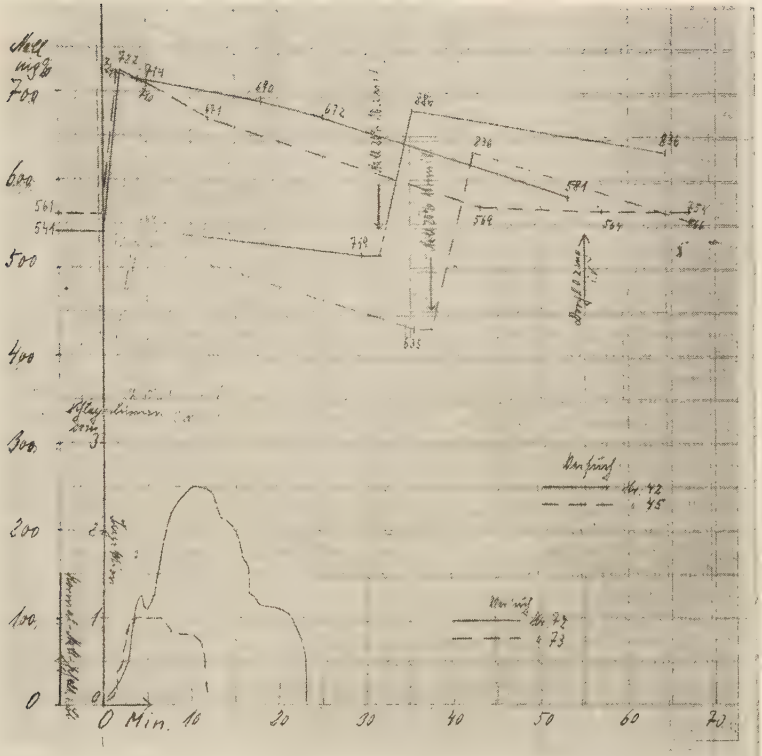


Abb. 5: Katzen, Pernokton, akute Darmfistel.
Darmarbeit und NaCl-Gehalt des Blutes nach Injektion von 5 ccm 20 %iger NaCl-Lösung.
Kurvenanordnung für die Darmarbeit wie in Abb. 2.

Abb. 6: Katzen, Pernokton, akute Darmfistel.
Darmarbeit und NaCl-Gehalt des Blutes nach Durchschneidung der Nn. vagi und Injektion von 10 und 20 %iger NaCl-Lösung.

Bei der Injektion gleicher NaCl-Mengen in verschiedener Konzentration (5 ccm 20 %iger und 10 ccm 10 %iger NaCl-Lösung) war die Darmanregung durch die gleiche NaCl-Menge in 20 %iger Lösung bedeutend stärker. Nach der Injektion von 10 ccm einer 20 %igen Kochsalzlösung stieg der NaCl-Gehalt des Blutes stärker als nach 5 ccm 20 %iger Lösung (Abb. 6). Die Darmarbeit war dagegen gerade in diesen Fällen sogar noch schwächer als in dem Versuch 42 (Abb. 5) mit 5 ccm 20 %iger Kochsalzlösung.

Es war interessant zu untersuchen, ob bei den oben beschriebenen Wiederholungen der Darmarbeit nach einmaliger Kochsalzinjektion auch eine Aenderung des NaCl-Gehaltes im Blut festgestellt werden konnte. Das Ergebnis

Die Angriffstelle der hypertonischen NaCl-Lösungen scheint also nach diesen Versuchen nur zum Teil in den peripheren Vagusendigungen, zum anderen Teil in der Darmmuskulatur selbst zu liegen. Eine Erklärung, wie die Kochsalzwirkung zustande kommt, ist nicht genau möglich. Vielleicht tritt durch die plötzliche osmotische Störung eine Zerstörung von Zellmembranen oder eine erhöhte Durchlässigkeit der Membranen ein, so daß die normalen Reizstoffe der Darmarbeit (Azetylcholin?) wirksam werden können.

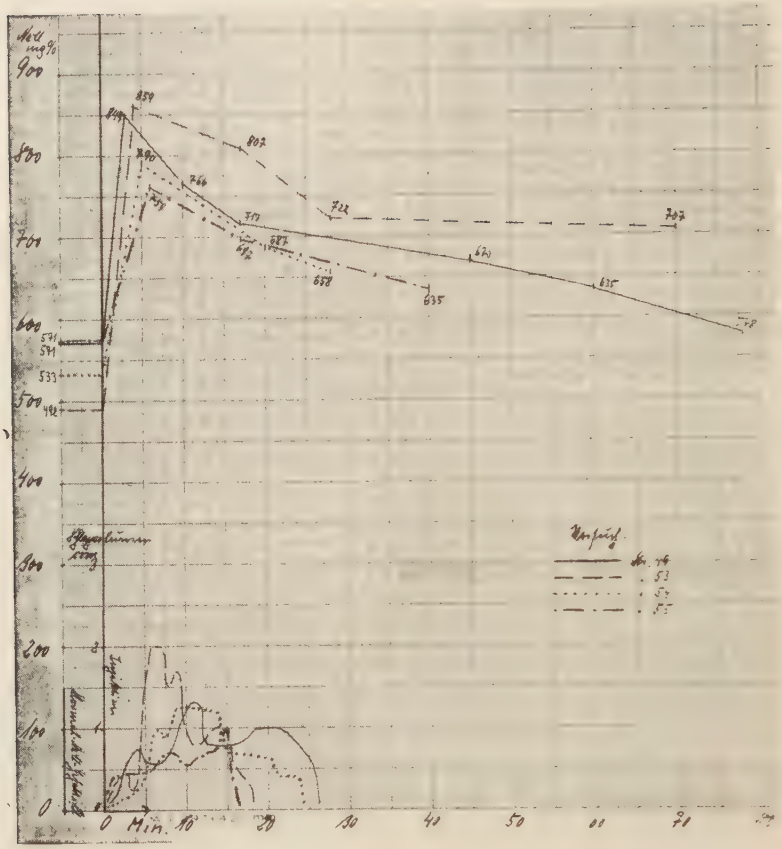


Abb. 6: Katzen, Perfokton, akute Darmfistel.
Darmarbeit und NaCl-Gehalt des Blutes nach Injektion von 10 ccm 20 %iger NaCl-Lösung.

einiger solcher Versuche zeigt Abb. 7. Auffallenderweise stieg einige Male im Verlauf der Beobachtungen meist gegen Ende einer solchen Arbeitswelle der NaCl-Gehalt des Blutes leicht an. Das Ansteigen war jedoch nur bei Arbeitsperioden zu beobachten, die sehr bald nach der ersten Reaktion eintraten (Nr. 50, 56, 57, 62 Abb. 7). Vielleicht ist diese Erscheinung mit einem erneuten Auswerfen von zunächst in Geweben gespeicherten NaCl-Mengen zu erklären. Wie wenig aber die Darmarbeit vom absoluten NaCl-Gehalt im Blut überhaupt abhängt, zeigen besonders einige Versuche, in denen 10 %ige NaCl-Lösung infundiert

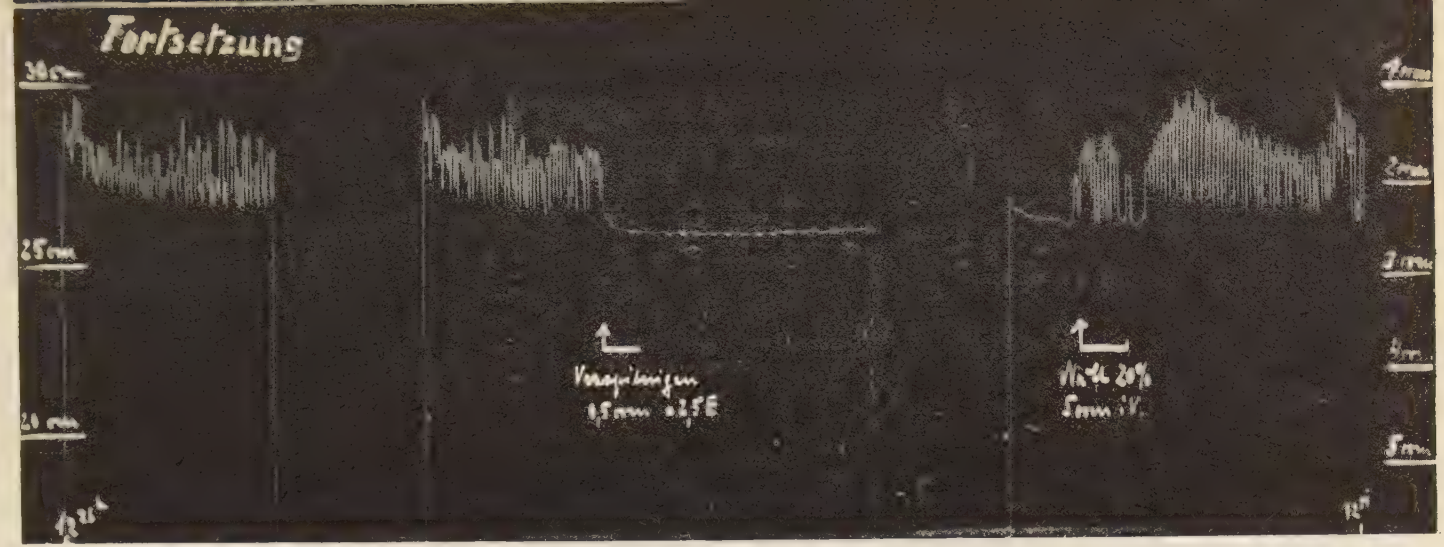


Abb. 10: Katze, Pernokton, akute Darmfistel.
Morphinwirkung nach 10 mg i. V. wurde nach ca. 28 Min. Dauer durch 2,5 E. Vasopituigan unterbrochen, so daß eine Lähmung einsetzte, die dann durch 5 ccm 20 %iger NaCl-Lösung wieder gelöst wurde.

VII.

Daß durch intravenöse Gaben hypertonischer Kochsalzlösungen eine gleichmäßige, ausgiebige Schöpf- und Förderarbeit und ein Tonusanstieg des nach Laparotomie und Narkose gelähmten Darmes der Katzen zu erzielen ist, steht nach den Beobachtungen fest. Es war nun wichtig, die Art der Darmarbeit mit der durch andere Darmanregungsmittel verursachten Darmbewegung zu vergleichen.

Von Oettel ist beschrieben worden, daß Morphin den durch Narkose und Operation atonisch gelähmten Darm zu normaler Arbeit anregt, was auch in meinen Versuchen an Katzen bestätigt werden konnte. Meist genügten schon 2 mg Morphin. hydrochl. pro kg um eine langanhaltende Darmarbeit hervorzurufen. Während z. B. der nach Operation gelähmte Darm eines 2,5 kg schweren Tieres durch 1,25 und 5 E. „Vasopituigan“ [1]) überhaupt nicht beeinflußt wurde, erzielte eine Injektion von 5 mg Morphin i. V. eine langsam steigende Förderarbeit des Darmes über eine Stunde. Die Zeitdauer der Morphinwirkung nach 2 mg/kg schwankte zwischen 15 und 60 Min. Bei größeren Dosen, z. B. 19 mg i. V. auf 3,5 kg, hielt sie bis ca. 2 Stunden mit einem Schlagvolumen von 1 ccm an. Eine Tonuserhöhung trat erst allmählich und nicht so erheblich wie nach NaCl-Injektionen ein. Die Morphinwirkung nach 10 mg i. V. konnte nach einer halben Stunde durch 2,5 E. Vasopituigan sogar unterbrochen werden, es setzte eine vollkommene Lähmung ein, die dann durch 5 ccm 20 %iger Kochsalzlösung wieder gelöst wurde. (Abb. 10). Die Art der NaCl-Wirkung entsprach etwa der Morphinwirkung, nur die Dauer war im allgemeinen geringer, während die Darmarbeit nach Morphin nicht ganz so gleichmäßig wie nach NaCl war.

Die Kochsalzwirkung wurde fernerhin mit der Wirkung einiger Parasympathikusreizmittel verglichen. Zunächst wurde „Esmodil“ (Bayer) untersucht, das als Darmtonikum zur Behebung von Darmatonien nach Laparotomien

[1]) Siehe auch Abschnitt Vasopituigan.

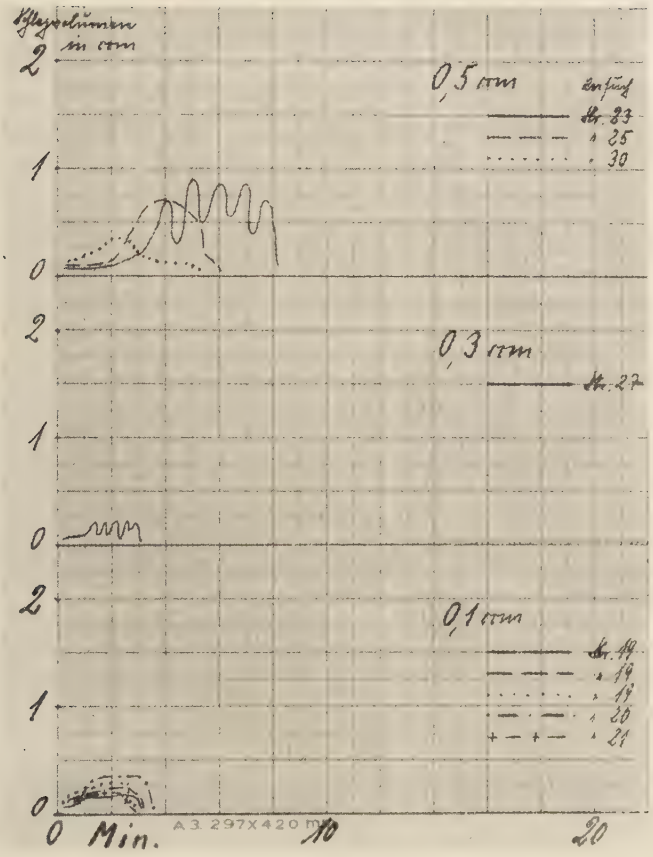


Abb. 11. Katzen, Pernokton, akute Darmfistel
Darmarbeit nach „Esmodil"-Injektion.

benutzt wird. (Eine Ampulle enthält eine 3 ‰ige Lösung von Trimethylmethoxypropenyl-ammoniumbromid.) 0,1 ccm Esmodil (in 1 ccm Ringer) riefen einen kaum wahrnehmbaren Tonusanstieg mit nur ganz wenig stärkerem Schlagvolumen für etwa 3 Min. hervor. Nach 0,3 ccm war nur der Tonusanstieg etwas stärker, erst nach 0,5 ccm Esmodil, einer schon verhältnismäßig hohen Dosis, die intravenös bereits als therapeutische Dosis des Menschen angegeben wird, war eine verstärkte Darmarbeit 5 8 Min. lang mit ziemlich jähem Tonusanstieg zu erzielen. Aber eine so

gleichmäßige und ausgiebige, anhaltende Schöpfarbeit wie nach hypertonischen NaCl-Injektionen war durch Esmodil nicht zu erzielen. Es wurden wellenförmige, sehr unregelmäßige Kontraktionsperioden in wechselnder Frequenz beobachtet, die bestenfalls bis ca. 8 Min. lang anhielten. Gleichzeitig setzte bei dem Tiere kurz nach der Injektion heftiger Speichelfluß ein, weshalb die Anwendung höherer Dosen auch nicht möglich war. Die durch Esmodil erzielte Darmarbeit gemessen an dem „Schlagvolumen" war im Vergleich zu den Kochsalzversuchen durchaus gering (Abb. 11.)

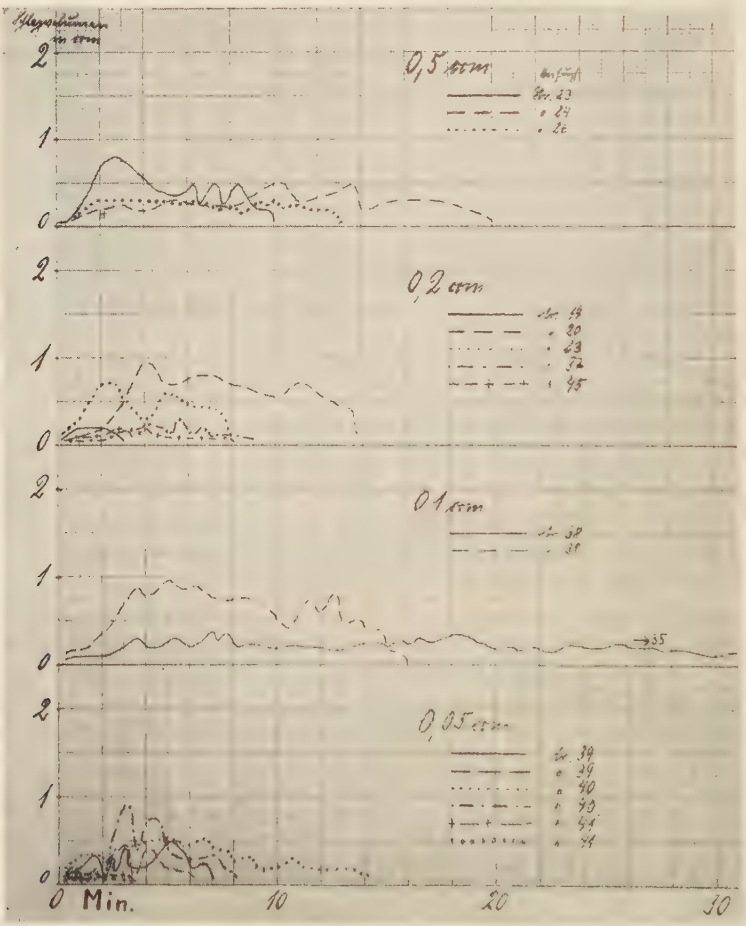


Abb. 12: Katen, Pernokton, akute Darmfistel.
Darmarbeit nach „Doryl"-Injektion.

Bessere Wirkung hatte „Doryl“ (Merck). (Eine Ampulle = Carbaminoylcholinchlorid 0,0001 Aq. dest. ad 1 ccm). 0,05 ccm bis 0,1 ccm (in 1 ccm Ringer) verursachten bereits eine verhältnismäßig gute Darmarbeit, die im besten Falle sogar etwa eine $^1/_2$ Std. anhielt (Abb. 12). Allerdings war auch bei diesem Präparat die Darmtätigkeit nach dem sofort einsetzenden Tonusanstieg sehr unregelmäßig. Das größte Schlagvolumen betrug 1 ccm. In keinem Falle wurde eine so regelmäßige und gleichmäßige Kontraktionsfolge der Schöpfbewegungen beobachtet, wie sie für die kräftige Wirkung hypertonischer NaCl-Lösungen als typisch anzusehen ist. Schon nach 0,2 ccm Doryl zeigte sich ebenfalls unmittelbar nach der Injektion eine verstärkte Unruhe und sehr heftiger Tränen- und Speichelfluß des Tieres. Größere Dosen (0,5 ccm) hatten zwar eine stärkere Darmwirkung, jedoch waren auch die störenden Begleitsymptome stärker.

Ferner wurde in 6 Versuchen 11mal „Vasopituigan“ (Dr. Henning) intravenös gegeben, da dieses Präparat „zum Tonisieren das Darmes nach Operationen, also bei Darmatonien“ empfohlen wird. Bei einem Durchschnittsgewicht von 2,5 kg Katze wurden bis 5 Einheiten (5 E = 1 ccm) intravenös verabreicht, ohne daß darauf eine Beeinflussung, eine Tonussteigerung oder vermehrte Darmtätigkeit einsetzte. In einigen Fällen, wo bereits eine deutliche Darmtätigkeit vorhanden oder künstlich (durch NaCl usw.) angeregt worden war, erfolgte nach 2,5 und 5 E. Vasopituigan sogar eine sofortige Ruhigstellung des Darmes für einige Minuten (Abb. 10). In diesen Versuchen reagierte der Darm dagegen auf die vorherige oder nachherige Injektion einer hypertonischen NaCl-Lösung mit typischer Schöpfarbeit.

In allen diesen Versuchen konnte also der durch Narkose und Laparotomie gelähmte Darm von Katzen am sichersten, am gleichmäßigsten und regelmäßigsten ohne äußerlich wahrnehmbare störende Begleiterscheinungen durch große Dosen hypertonischer NaCl-Lösungen angeregt werden.

Zusammenfassung.

1. Hypertonische NaCl-Lösungen riefen bei intravenöser Injektion in akuten Versuchen mit Katzen unter Tonussteigerung eine ausgiebige Dünndarmarbeit hervor. Nach Abklingen der unmittelbar der Injektion folgenden Darmarbeit traten mehrfach wiederholt neue Perioden vermehrter Darmtätigkeit in Intervallen auf. Durch Infusion von NaCl-Lösungen mit verschiedener Geschwindigkeit wurde bewiesen, daß nicht die absolute Kochsalzmenge bei der Injektion, vielmehr die plötzliche Konzentrationsänderung maßgebend ist.
2. Analytische Kontrolle des Blutchlorids ergab ebenfalls keinen strengen Zusammenhang zwischen der Höhe des Blutchlorids und der Darmtätigkeit.
3. Auch andere hypertonische Salzlösungen vermögen die Darmbewegung anzuregen.
4. Die Ursache der Darmanregung ist offenbar die Störung der Isotonie, durch die wahrscheinlich ein Reiz im peripheren Parasympathikus und in der Darmwand selbst gesetzt wird.
5. Die gleichmäßige und ausgiebige Schöpfarbeit des gelähmten Darmes nach intravenöser Gabe hypertonischer NaCl-Lösung ist der Morphinarbeit am ähnlichsten, erreicht aber nicht deren Dauer. Sie ist weit besser und ausgiebiger als die Wirkung der Parasympathikusreizmittel, einschließlich Esmodil und Doryl. Vasopituigan wirkte in meinen Versuchen nur depressiv auf die Dünndarmbewegung.

Ich möchte diese Arbeit nicht abschließen, ohne Herrn Dr. Oettel für die freundliche Ueberlassung des Themas, sowie für seine liebenswürdige Unterstützung bei der Durchführung der Versuche meinen besten Dank auszusprechen.

Arai: Exp. Untersuchung über Magen-Darmbewegung bei akuter Peritonitis. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1922, 94, S. 150.

Dreyer: The action of Saline Cathartics on the small Intestine. Arch. internat. 36/4 1930.

Dreyer u. Tsung: Effect of intestinal movements of certain salts administered intravenously. J. of. Pharm. a. ex. Ther. 36/4. 1929.

Eitel u. Loeser: Der Einfluß der Chlorverarmung des Organismus auf die Tätigkeit des Darmes. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 243 Bd. 12. H., 1934.

v. Esveld: Verhalten von plexushaltigen und plexusfreien Darmmuskelpräparaten.

Farbe: Presse Méd. 1931, 882.

Geyer u. Rotsch: Mercurimetrische Chlorbest. in Milch. Zeitschr. z. Unters. f. Lebensmittel. 1933 65/66.

Heubner u. Oettel: Ueber die bedingte Empfindlichkeit des Darmes für Arzeneiwirkungen. Sonderabdr. a. d. Schweiz. Med. Wochenschr. 1934, Nr. 49/109.

Heymann: Ueber die Bedeutung anorganischer Ionen für die Kontraktilität des glatten Muskels. Pflüg. Arch. f. d. ges. Phys. 210, S. 187, 1925.

Hinsberg: Medizinisch-chemische Bestimmungsmethoden (Chloride im Blut).

Hughston u. Scarff: Bull. J. Hopk. Hosp. 35 p. 197, 1924.

Kühlewein: Cholin als Hormon der Darmbewegung. Pfl. Arch. f. d. Phys. 191 S. 99, 1921.

Lash u. Roller: Ueber die Giftwirkung konz. Salzlösungen. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 179 H. 4/5.

Magnus: Die stopfende Wirkung des Morphins. Pfl. Arch. f. d. ges. Phys. 115, S. 316, 1906.

Oettel: Untersuchungen am normalen Dünndarm des Hundes (I. Methodik). Arch. f. exp. Path. 175 S. 588, 1934.

— Untersuchungen am normalen Dünndarm des Hundes. II. Mitt. Narkose, Laparotomie und Dünndarmarbeit. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 177 H. 2/3 1934.

— Morphin, Narkose und Darmlähmung. Sonderabdr. aus Schmerz-Narkose- Anästhesie H. 3 1935.

Orr, Johnstone und Haden: Surg. Gyn. Obst. 52 p. 941 1931.

Reid: J. of Physiol. 28 p. 241 1902.

Roth: Sulphates of sodium and magnesium on gastro-intestinal activity. Rona 86/256 1934.

Ruding: Der Einfluß intravenös verabreichter hyperton. Salzlösungen auf die Bewegung der Magen- und Darmwand und auf den Blutdruck. Arch. internat. de Pharmakodynamic 48/63, 1934.

Wahlgreen: Ueber die Bedeutung der Gewebe als Chlordepots. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 61 S. 97 1909.

Lebenslauf.

Ich wurde am 22. November 1910 in Altona a. Elbe geboren. In Allenstein/Ostpr. besuchte ich zunächst eine Privatschule, dann das Kant-Gymnasium in Spandau, wo ich am 6. März 1930 die Reifeprüfung bestand. Ich studierte dann in Berlin Zahnheilkunde. Am 11. November 1931 legte ich die zahnärztliche Vorprüfung ab, und nachdem ich auch hier am 1. Juni 1934 die zahnärztliche Staatsprüfung mit „gut" bestanden hatte, wurde mir vom Ministerium des Innern die Approbation als Zahnarzt erteilt.